

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РОМАНОВСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІГОРОВИЧ

УДК 621.771.072:001.891.573

**МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ
РОБОТИ СИСТЕМ З РЕГУЛЬОВАНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ**

05.13.06 – автоматизовані системи управління та
прогресивні інформаційні технології

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Херсон – 2005

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Сумському державному університеті,

Міністерство освіти і науки України.

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
Лебединський Ігор Леонідович,
Сумський державний університет,
завідувач кафедри електроенергетики.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Шаронова Наталія Валеріївна,
Національний технічний університет “Харківський політехнічний
інститут”,
завідувач кафедри педагогіки і психології управління
соціальними системами;
кандидат технічних наук, доцент
Лепа Євген Володимирович,
Херсонський економіко-правовий інститут,
завідувач кафедри інформаційних систем та економічної
кібернетики.

Провідна установа - Харківський аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського (ХАІ)
Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Захист відбудеться “5” липня 2005 р. о 9:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
67.052.01 при Херсонському національному технічному університеті за адресою: 73008, м.
Херсон-8, Бериславське шосе, 24, корпус 1, ауд. 223.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Херсонського національного технічного
університету за адресою: 73008, м. Херсон-8, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

Автореферат розісланий “3” червня 2005 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

В.О. Костін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На цей час у виробництві широко застосовуються технічні системи, що являють собою сукупність взаємопов'язаних технічних об'єктів, які працюють у безперервному режимі під управлінням автоматизованих систем управління (АСУ). У сучасних умовах випуску продукції невеликими партіями у широкому асортименті потрібна швидка настройка параметрів системи управління з метою забезпечення ефективної її роботи. Вирішення цієї задачі неможливе без попереднього дослідження, діагностування та оптимізації параметрів як АСУ, так і самого об'єкта управління, що найбільш ефективно може бути вирішено за допомогою інформаційних технологій. Існуючі методи, алгоритми і програмні комплекси для комп'ютерного дослідження складних систем управління характеризуються істотними недоліками, зокрема, вимагають попереднього дослідження границь області допустимих значень параметрів досліджуваного об'єкта, одержання початкових значень цих параметрів з досить високим ступенем точності, а також характеризуються суттєвою залежністю одержуваних результатів від вибору параметрів дослідження, виду і ступеня складності вихідної математичної моделі досліджуваного об'єкта. Саме це й обумовило актуальність дисертаційних досліджень.

Значний внесок у розвиток теорії та практики створення автоматизованих систем дослідження, діагностування та оптимізації параметрів систем управління зробили В.М. Глушков, А.В. Башарін, А.А. Бессонов, Е.Г. Петров, В.Є. Ходаков, О.В. Шарко, В.С. Кокошко та ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Зміст роботи, її основні задачі відповідають державним науково-технічним програмам, сформульованим у Законах України “Про наукову і науково-технічну діяльність”, “Про національну програму інформатизації”, а також планам найважливіших науково-технічних робіт Міністерства освіти і науки України:

6 – Інформатика, автоматизація та приладобудування

6.2.1. Інтелектуалізація процесів прийняття рішень

6.2.2. Перспективні інформаційні технології та системи

Дисертаційна робота відповідає напрямкам наукових досліджень кафедри електроенергетики Сумського державного університету, а саме: “Моделі, методи й інформаційні технології діагностики і вибору параметрів складних систем керування” (відповідальний Лебединський І.Л.). У виконанні науково-дослідницької роботи роль автора полягає у розробленні моделей складних систем управління, розробленні інформаційної технології їх комп'ютерного дослідження.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційного дослідження є розвиток теорії та проблемно-орієнтованого інструментарію комп'ютерного дослідження автоматизованих систем управління, до складу яких входить регульований електропривод, з метою вибору ефективних режимів їх роботи. Елементи теорії та інструментарій орієнтовані на вирішення нових задач,

пов'язаних із впровадженням прогресивних інформаційних технологій комп'ютерної діагностики автоматизованих систем управління такого класу.

Поставлена мета визначила такі **задачі**:

1. На основі системного аналізу виділити та сформулювати функціональні задачі дослідження, діагностики й вибору параметрів та ефективних режимів роботи систем управління.
2. Розробити інформаційну модель процесу комп'ютерного дослідження системи управління як об'єкта автоматизації.
3. Розробити моделі управління та перевірити їх адекватність.
4. Виконати комп'ютерне дослідження системи управління та вибрати її параметри з метою забезпечення ефективного режиму роботи.
5. Розробити інформаційну технологію дослідження системи управління.
6. Практично реалізувати інформаційну технологію дослідження автоматизованих систем управління.

Об'єктом дослідження є системи управління, до складу яких входить регульований електропривод.

Предметом дослідження є інформаційні моделі об'єктів управління та методи вирішення задач комп'ютерного дослідження таких об'єктів.

Методи дослідження. Для комп'ютерного дослідження моделей систем управління використовувалися методи комп'ютерного моделювання, статичного моделювання, лінійного програмування, теорії оптимального управління, теорії інформації. Для синтезу систем автоматичного управління використовувалися системний підхід і формалізація завдань управління і переробки інформації. Для розроблення моделей функціональних блоків об'єктів управління використовувалися аналітичне, імітаційне, об'єктно-орієнтоване моделювання, аналіз і синтез, абстрагування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому:

- набули подальшого розвитку теорія та проблемно-орієнтований інструментарій вибору ефективних режимів роботи складних систем управління, до складу яких входить регульований електропривод;
- сформульовані вимоги до моделей систем управління, введення яких дозволяє автоматизувати процес діагностики та оптимізації параметрів таких систем за допомогою інформаційних технологій;
- розроблено узагальнену інформаційну модель автоматизованого комп'ютерного процесу дослідження систем управління, яка дозволяє підвищити точність та швидкодію процесу вибору параметрів систем управління;

- розроблено метод комп'ютерного дослідження складних систем управління, який дозволяє проводити комп'ютерне дослідження таких об'єктів у граничних режимах роботи;
- розроблено інформаційну технологію, яка дозволяє проводити комп'ютерне дослідження автоматизованих систем управління з урахуванням їх особливостей.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені теоретичні дослідження можуть бути використані при створенні нових систем управління і оптимізації існуючих систем управління з метою поліпшення якості отриманої продукції, зменшення працевтрат. Використання наукових положень, рекомендацій, моделей, методів, інформаційних технологій дозволяє суттєво прискорити процес синтезу, дослідження, діагностики та оптимізації систем управління, скоротити термін створення систем управління. Практична реалізація теоретичних положень виконана у вигляді розробленої комп'ютерної програми, яка відрізняється від своїх аналогів зручністю представлення вихідних даних, швидкістю та достовірністю виконання обчислень і широким спектром представлення одержаних результатів.

Результати досліджень впроваджені в автоматизованих системах промислового підприємства ВАТ "Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання ім. М.В.Фрунзе", використовуються в навчальному процесі Сумського державного університету при викладанні дисциплін "Теорія автоматичного управління" та "Основи САПР в енергетиці".

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень, що входять до дисертаційної роботи, доповідалися й були обговорені на наукових конференціях та одержали схвалення учасників конференцій. Зокрема, проблеми, поставлені в дисертаційній роботі, обговорювалися на конференціях: "Комп'ютерне моделювання" (Дніпродзержинськ, 1999); "Математические методы в технике и технологии ММТТ-14" (Смоленськ, 2000); "Системний аналіз та інформаційні технології" (Київ, 2001); "Інформаційні технології та моделювання ІТМ-2001" (Луганськ, 2001); "Контроль і управління в складних системах КУСС-2001" (Вінниця, 2001); "Математичне моделювання в освіті, науці і промисловості" (Херсон, 2002); "Інформаційні технології в освіті й управлінні" (Н.Каховка, 2003, 2004).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 9 друкованих працях, а саме: 5 статтях у фахових виданнях, які входять до переліку ВАК України, 4 тезах доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 120 найменувань, містить 162 сторінки основного тексту, 43 рисунки, 8 таблиць, 2 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета й основні задачі дослідження, обґрунтований вибір об'єктів і методів дослідження.

У першому розділі проведений детальний аналіз стану досліджуваної задачі.

Розглянуто особливості досліджуваних технічних об'єктів та зроблено висновок, що дослідження системи управління таких об'єктів є складною задачею, оскільки структура таких систем є складною, моделі записуються із суттєвими спрощеннями та характер взаємодії функційних частин системи також є складним. Розглянуто параметри моделей систем управління та зроблено висновок, що при синтезі моделі системи управління необхідно враховувати особливості роботи об'єкта у параметрах моделі. Крім того, зроблено висновок про те, що існуючі моделі та методи комп'ютерного чисельного моделювання систем управління не забезпечують необхідної точності та достовірності отримуваних результатів. Проаналізовано відомі інформаційні технології комп'ютерного дослідження систем управління та зроблено висновок, що існуючі програмні комплекси комп'ютерного дослідження інженерно-технічних систем характеризуються суттєвими недоліками. Проаналізовано особливості комп'ютерного дослідження систем управління, та зроблено висновок, що комп'ютерне дослідження розвивається шляхом створення інформаційних технологій.

Другий розділ присвячений розробленню моделей та методів комп'ютерного дослідження об'єктів та їх систем управління.

Проаналізовано особливості розроблення моделі об'єкта та зроблено висновок, що існує декілька етапів комп'ютерного дослідження технічних об'єктів та їх систем управління. Проаналізовано особливості ієрархічної структури систем управління і зроблено висновок, що системи управління та їх моделі є складними для аналізу та дослідження, оскільки вони будуються за принципами підпорядкованого керування у вигляді ієрархічної структури з великою кількістю перехресних зв'язків. На рис. 1 показана ієрархічна структура системи управління складним об'єктом, до складу якого входять функційні блоки електропривода (ЕП), між якими є перехресні зв'язки та які координуються АСУ верхнього рівня.

Розглянуто модель електропривода та зроблено висновок, що при комп'ютерному дослідженні електродвигун та тиристорний перетворювач можна розглядати у вигляді спрощених моделей. Розглянуто параметри моделі системи управління та зроблено висновок, що при виборі параметрів слід враховувати особливості функційних частин об'єкта.

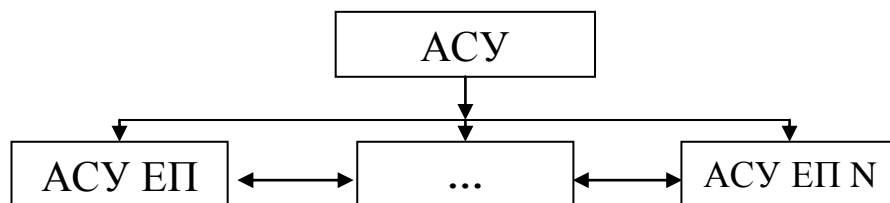


Рис. 1. Ієрархічна структура технічних систем управління.

У роботі розглядаються системи управління, модель структурної ланки яких можна записати у вигляді нелінійного диференціального рівняння вигляду (1).

$$\sum_{i=0}^n a_i p^i y(t) = \sum_{j=0}^m b_j p^j u(t); m \leq n, \quad (1)$$

де a_i , b_j - функціонали; p – символ диференціювання (оператор Лапласа); $y(t)$ – вихідна змінна; $u(t)$ - вхідна змінна. Розв'язок цього нелінійного диференціального рівняння повинен бути знайдений при початкових умовах вигляду (2).

$$p^i y(0) = y_{i0}, p^j u(t) = u_{j0} \quad (2)$$

Кожна ланка структурного блока системи управління характеризується передаточною функцією вигляду (3).

$$W(p) = \frac{y(p)}{u(p)} = \frac{\sum_{j=0}^m b_j p^j}{\sum_{i=0}^n a_i p^i} \quad (3)$$

Проаналізовано критерії та зроблено вибір методів комп'ютерного імітаційного моделювання систем управління та робиться висновок, що для комп'ютерного моделювання можна використовувати чисельні методи, але треба розглянути питання отримання системи рівнянь, початкових умов та врахування інших факторів, що впливають на процес дослідження.

Процес формування моделі пропонується виконувати за схемою, наведеною на рис. 2.

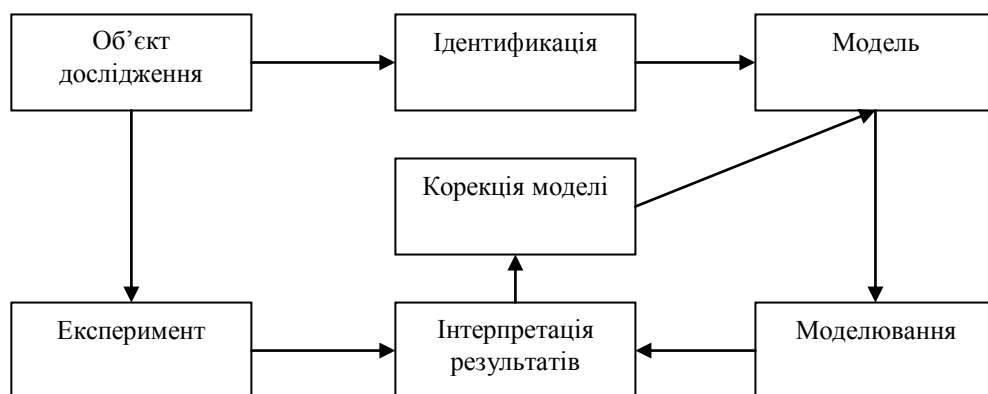


Рис. 2. Процес формування моделі.

Третій розділ присвячений розробленню інформаційної технології дослідження, діагностики та оптимізації параметрів систем управління, до складу яких входить регульований електропривод. Наведено базові математичні співвідношення для запропонованого методу комп'ютерного чисельного моделювання, висвітлюються питання реалізації запропонованого методу у вигляді програмного інструментарію. У роботі проводиться дослідження систем

управління за допомогою спеціального програмного забезпечення, що реалізує у вигляді інформаційної технології запропонований метод автоматизованого комп'ютерного дослідження цих складних технічних об'єктів. У запропонованій інформаційній технології комп'ютерного діагностування та оптимізації вирішуються такі задачі:

а) автоматичне перетворення системи управління із загальноприйнятого для інженерних розрахунків структурного вигляду в систему рівнянь стану у вигляді нелінійних параметричних диференціальних рівнянь;

б) синтез інформаційної технології комп'ютерного дослідження цієї системи рівнянь стану з метою реалізації її у вигляді програми для розрахунків на комп'ютері;

в) розглядаються питання застосування такого підходу і визначаються межі стійкості й область застосування для запропонованої інформаційної технології;

г) визначаються похибки математичного методу і з'ясовуються точність і вірогідність одержуваних результатів.

Наведені базові математичні співвідношення для запропонованого методу комп'ютерного дослідження. Розглядається модель об'єкта, подана у вигляді нелінійних диференціальних рівнянь стану вигляду (4):

$$\begin{cases} y_1 = y_1(t, y_1, \dots, y_n, p y_1, \dots, p y_n, \dots), \\ \dots \\ y_n = y_n(t, y_1, \dots, y_n, p y_1, \dots, p y_n, \dots), \end{cases} \quad (4)$$

де y_1, \dots, y_n – фізичні величини, що визначаються зв'язками між ланками АСУ; t – час; p – оператор Лапласа.

Пропонується ввести в систему рівнянь (4) заміну змінних вигляду (5), в результаті чого початкова система нелінійних диференціальних рівнянь стану приводиться до вигляду (6):

$$p y_i = z_k, \quad (5)$$

де $p y_i$ – члени рівнянь системи (3); z_k – нова змінна, що вводиться.

$$\begin{cases} \begin{cases} y_1 = y_1(t, y_1, \dots, y_n, z_1, \dots, z_n, \dots), \\ \dots \\ y_n = y_n(t, y_1, \dots, y_n, z_1, \dots, z_n, \dots), \end{cases} \\ \begin{cases} z_1 = p y_1, \\ \dots \\ z_n = p y_n \end{cases} \end{cases} \quad (6)$$

У системі (6) верхня частина є системою нелінійних алгебраїчних рівнянь (СНАР), а нижня – системою лінійних диференціальних рівнянь (СЛДР). При розв'язанні СЛДР її розв'язок підставляється у систему СНАР згідно з формулами (7):

$$\begin{aligned}
z &= py, \\
z &= \frac{d}{dt} y, \\
dy &= zdt, \\
y &= \int zdt + C.
\end{aligned}
\tag{7}$$

Пропонується методика комп'ютерного моделювання диференціальних нелінійних рівнянь стану з приведенням їх у зручний для комп'ютерного моделювання вигляд за допомогою спеціальної операції заміни змінних. Отримана в результаті система рівнянь складається з двох частин і є досить простою для розроблення методу автоматизованого комп'ютерного дослідження автоматизованих систем управління. Запропонований метод комп'ютерного дослідження систем управління дозволяє одержувати чисельні значення змінних, що описують стан АСУ для систем, поданих у вигляді схеми, що складається з поєднаних між собою ланок. На рис. 3 наведено алгоритм автоматичного складання похідної системи рівнянь з моделі об'єкта, представленої у вигляді структурної схеми. На рис. 4 показано, що похідна структурна схема системи управління вводиться в програму комп'ютерного дослідження у вигляді з'єднаних між собою ланок. На рис. 5 показано, що передаточна функція кожної ланки вводиться окремо в аналітичному вигляді.

На рис. 6 показано, що в процесі комп'ютерного дослідження система нелінійних алгебраїчних рівнянь та система лінійних диференціальних рівнянь складаються автоматично в аналітичному вигляді. На рис. 7 показано, що результати комп'ютерного дослідження отримуються у вигляді таблиці значень та графіків.

Запропонована інформаційна модель процесу комп'ютерного дослідження систем управління, що дозволяє формалізувати процес комп'ютерного дослідження та поліпшити якість діагностики та оптимізації параметрів системи управління для граничних режимів роботи. Вона наведена на рис. 8.

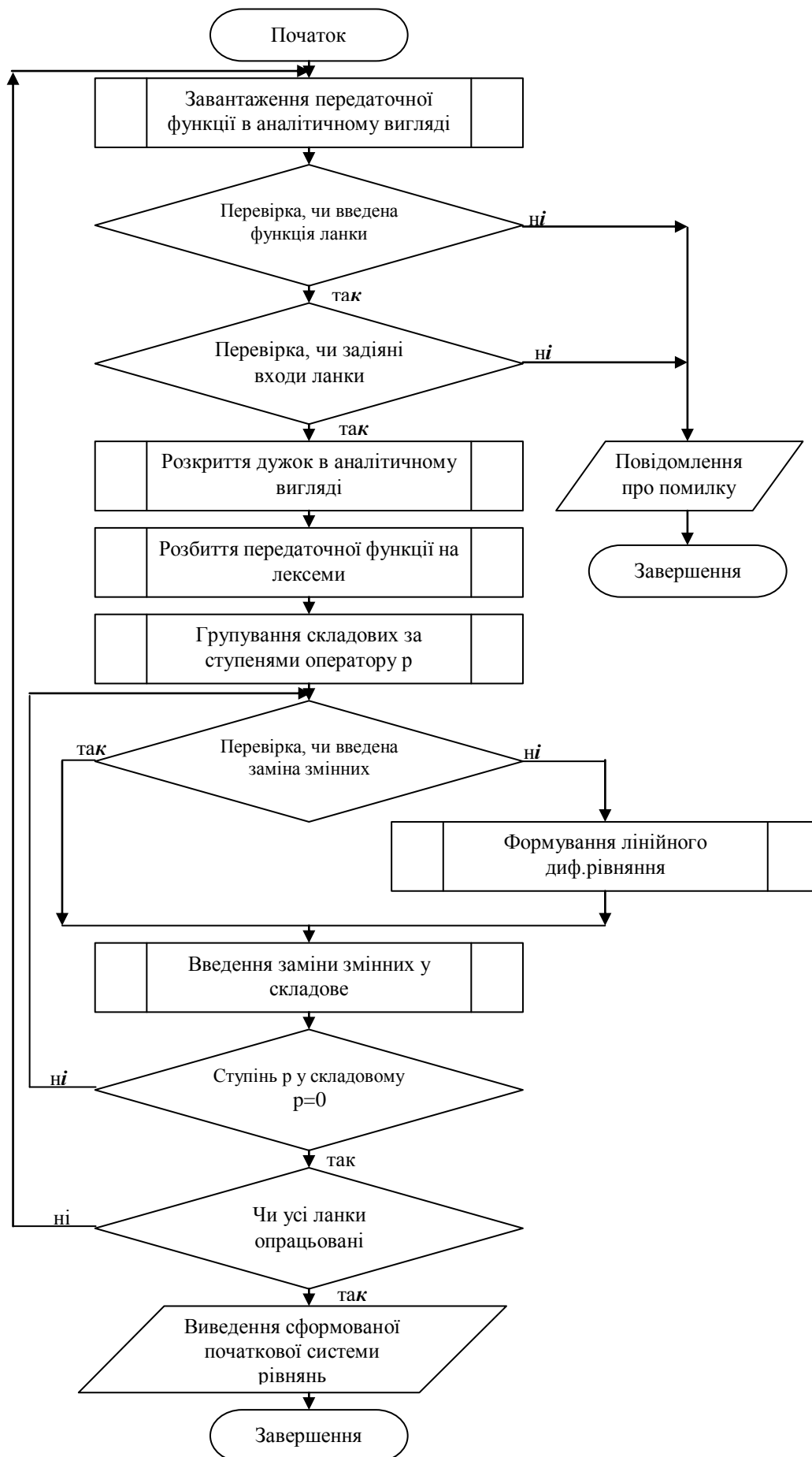


Рис. 3. Алгоритм складання похідної системи рівнянь з моделі об'єкта, поданої у вигляді структурної схеми

Рис.4. Головне вікно програми
моделювання

Рис.5. Налаштування передаточної
функції ланки

Рис. 6. Система рівнянь в
аналітичному вигляді

Рис.7. Результати комп'ютерного
дослідження системи управління

Рис. 8. Узагальнена
комп'ютерного дослідження

Запропонована мнемонічна схема інформаційної технології комп'ютерного дослідження складних технічних об'єктів та їх систем управління. Дана інформаційна технологія дозволяє автоматичне виконання дій з перетворення похідної структурної схеми в зручну для комп'ютерного моделювання модель об'єкта у вигляді системи рівнянь, а також одержання розв'язку цієї системи рівнянь у вигляді зміни чисельних значень змінних на кожному кроці зміни часу моделювання. Розв'язок характеризується точністю 10-20% і адекватністю одержуваних результатів реальним фізичним процесам. Мнемонічна схема зображена на рис. 9.

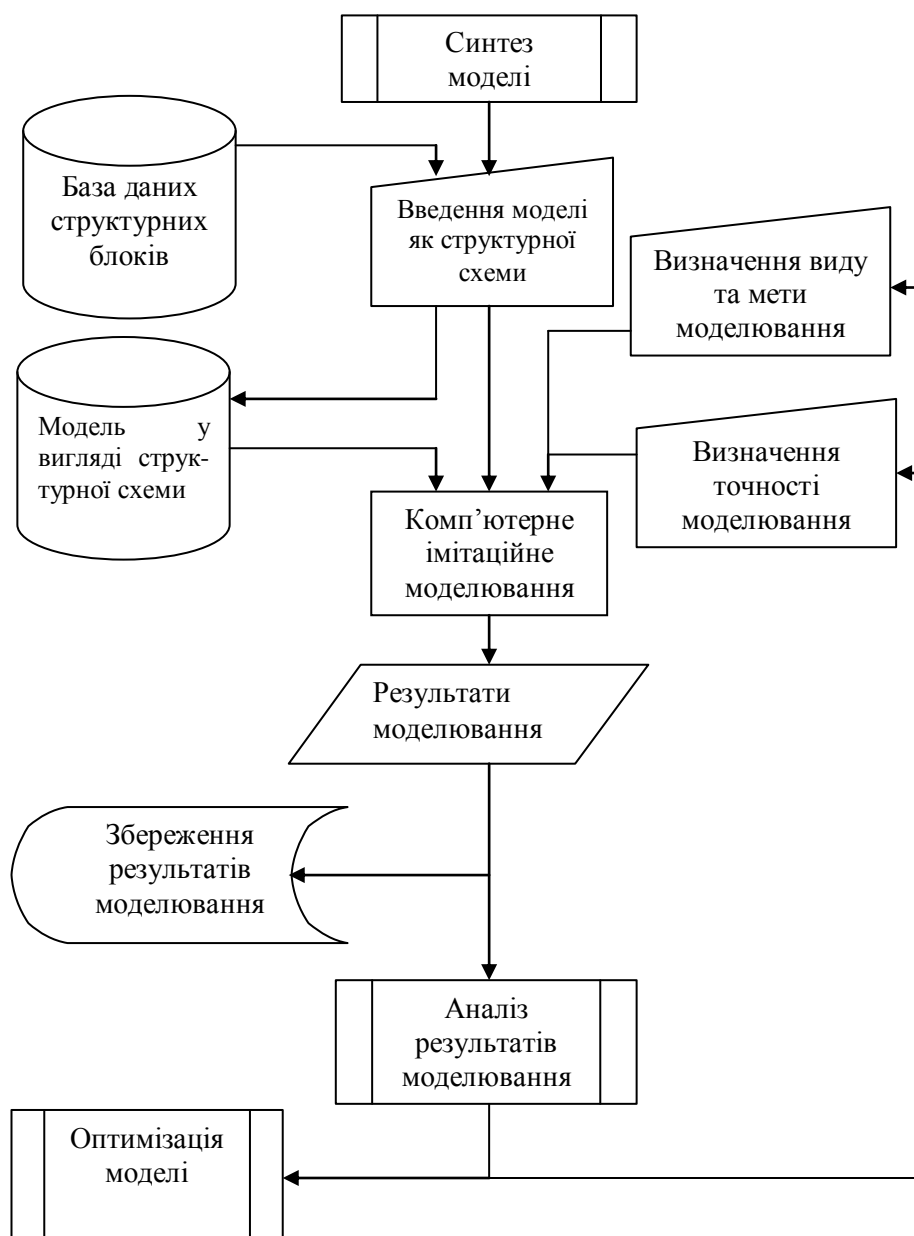


Рис. 9. Мнемонічна схема інформаційної технології комп'ютерного дослідження складних технічних об'єктів та їх систем управління

Четвертий розділ присвячений розробленню інформаційної технології дослідження системи управління багатокітьового дротового прокатного стану. Розглянуто моделі функціональних частин прокатного стану. Проведено аналіз режимів роботи функціональних

частин прокатного стану і зроблені висновки про можливість спрощення моделей функціональних частин прокатного стану, а також наведені спрощені моделі цих частин. Побудовано моделі статичного і динамічного режимів роботи прокатного стану, досліджені сфери застосування цих моделей, їх вірогідність і адекватність реальним процесам прокатки в стані. Наводиться модель системи управління дротовим прокатним станом, записана у вигляді структурної схеми. Пропоновані моделі процесу деформації дроту в стані дозволяють проводити процес комп'ютерної діагностики параметрів у реальному часі і застосовувати ці математичні моделі при синтезі нових і налаштуванні існуючих систем управління дротовими прокатними станами.

Розглядається модель окремого калібра. Модель є досить складною для застосування її як складової частини загальної моделі системи управління процесом прокатки, вона потребує суттєвого спрощення. Пропонується модель стану в статичному режимі його роботи, яка являє собою ідеалізовану модель сталого процесу прокатки дроту в стані. Статична модель розглядається як модель цілком сталого процесу прокатки, представлена з визначеною точністю, яка не враховує збурювання в роботі стану, що у реальному процесі прокатки компенсуються системою управління. Запропонована модель дозволяє підбирати параметри клітей і електроприводів для забезпечення необхідної якості одержуваного дроту в статичному режимі роботи стану і скласти технологічну карту прокатки з указанням міжклітьових натягів і необхідних характеристик електропривода. Пропонується модель динамічного режиму роботи стану, яка використовується для синтезу АСУ багатоклітьових дротових прокатних станів (БДПС). Особливістю моделі динамічного режиму роботи БДПС є те, що ця модель значно оптимізована з метою зменшення її обчислювальної ресурсоемності для розрахунків у реальному часі. У роботі проведений аналіз роботи функціональних частин прокатного стану і показано, що для комп'ютерного дослідження можна скористатися відомими спрощеними математичними моделями функціональних частин прокатного стану, що дозволяє розглядати процеси прокатки дроту в стані в більш простому вигляді. Пропонується автоматизована система управління (АСУ) для БДПС. У роботі розглядається АСУ триклітьовим дротовим прокатним станом. Ця система управління складається із з'єднаних між собою сепаратних систем управління електроприводом кожної кліті, виконаних за класичною схемою управління з підлеглим контуром регулювання струму якоря електродвигуна. Зв'язок між сепаратними АСУ здійснюється за швидкістю дроту, що прокочується, і міжклітьовим натягом дроту.

П'ятий розділ присвячений комп'ютерній реалізації інформаційної технології дослідження систем управління. Наведено результати комп'ютерного дослідження для статичного і динамічного режимів роботи прокатного стану 300, який застосовується у виробництві дроту прокатного стану на виробництві за допомогою розробленої інформаційної технології автоматизованого комп'ютерного дослідження.

Пропонується для дослідження статичного режиму роботи прокатного стану використовувати спрощену модель деформації металу в кліті, в якій функції моментів прокатки представлені апроксимуючими поліномами. Наведені результати комп'ютерного дослідження різних режимів роботи триклітьового прокатного стану та зроблені висновки про залежність якості процесу прокатки від параметрів стану та прокочуваного дроту, що дозволяють оптимізувати процес прокатки. Запропоновані методи поліпшення якості комп'ютерного дослідження складних систем управління. Наводяться методи та результати комп'ютерного дослідження системи управління процесом прокатки дроту в БДПС з автономними цифровими системами управління електроприводом клітей. Пропонуються методи оцінки та покращання якості комп'ютерного дослідження систем управління. Пропонується для оціночного дослідження використовувати спеціальний алгоритм автоматичного вибору кроку інтегрування та точності рішення.

У висновку наведені основні результати теоретичних і експериментальних досліджень, виконаних у роботі.

У додаток винесена частина теоретичних і експериментальних досліджень.

ВИСНОВКИ

1. Виконано формалізацію основних характерних задач комп'ютерного дослідження такого класу систем управління, до складу яких входить регульований електропривод.
2. Розроблені та доповнені елементи теорії оптимізації систем управління, що дозволяє проводити діагностику та оптимізацію цих систем з використанням інформаційних технологій.
3. Запропоновано інформаційну технологію, яка дозволяє проводити комп'ютерне дослідження систем управління в граничних режимах роботи.
4. Запропоновано інформаційну технологію, яка дозволяє провести дослідження, діагностування та оптимізацію параметрів автоматизованої системи управління на прикладі системи управління багатоклітьовим дровим прокатним станом.
5. Розроблена методика дослідження особливостей комп'ютерного дослідження систем управління, врахування яких дозволяє підвищити ефективність процесу дослідження та точність отриманих результатів.
6. Проведено аналіз коректності методів комп'ютерного дослідження систем управління, в результаті чого сформульовано шляхи підвищення ефективності роботи систем управління.
7. Запропоновані в роботі моделі, методи та інформаційні технології практично реалізовані у вигляді комплексу комп'ютерних програм та впроваджені у навчальний процес та виробництво.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Математическая модель статического режима работы многоклетьевого проволочного прокатного стана // Вісник Сумського державного університету. – Суми: Видавництво СумДУ. – 2002. - №1(34). - С.15-20. (Автором розроблена математична модель статичного режиму роботи багатоклітьового дрогового прокатного стану).
2. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Подход к автоматизированному машинному моделированию систем автоматического управления // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: Видавництво СНУ. – 2002. - №4(50). - С.137-141. (Автором запропонована методика чисельного комп'ютерного моделювання складних систем управління).
3. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Методы оценки и улучшения качества автоматизированного численного математического машинного моделирования сложных технологических процессов // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: Изд-во ХДТУ. – 2003. - №2(18).- С.316-319. (Автором запропонована методика оцінки якості моделювання).
4. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Моделирование технологического процесса деформации проволоки в проволочном прокатном стане с автономными цифровыми системами управления // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: Изд-во ХДТУ. – 2003.- №3(19). - С.221-224. (Автором запропонована методика моделювання алгоритму управління автономних цифрових систем управління електроприводом).
5. Бень А.П., Романовский В.И. Информационная модель процесса численного моделирования и исследования систем автоматического управления сложных непрерывных взаимосвязанных технологических процессов // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: Изд-во ХДТУ. – 2004.- №1(19). - С.361-366. (Автором запропонована інформаційна модель).
6. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Математическое моделирование объекта в экспертных системах автоматического управления // Тези доповідей Міжнародної науково-методичної конференції "Комп'ютерне моделювання". – Дніпродзержинськ: Вид-во ДДТУ. – 1999. - С.140-141. (Автором сформульовані основні вимоги до інформаційної моделі технологічного процесу).
7. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Математическое моделирование процесса прокатки проволоки в многоклетьевом проволочном прокатном стане // Сборник трудов 14-а Международной научной конференции "Математические методы в технике и технологии (ММТТ-14)". – Смоленск. – 2001. - Т.3. - С.105-106. (Автором запропонована спрощена модель процесу прокатки дроту в кліті).
8. Романовский В.И. Синтез экспертной системы автоматического управления для многоклетьевого проволочного прокатного стана // Тези доповідей III Міжнародної

науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених “Системний аналіз та інформаційні технології”. – Київ: Вид-во КПІ. – 2001. - С.98-99. (Автором запропонована методика оцінки стану математичної моделі технологічного процесу під час математичного моделювання).

9. Лебединский И.Л., Романовский В.И. Анализ состояния математической модели САУ технологическим объектом при машинном моделировании // Тези доповідей VI Міжнародної конференції “Контроль і управління в складних системах (КУСС-2001)”. – Вінниця. – 2001. – С.4. (Автором запропонований алгоритм моделювання складних систем управління).

АНОТАЦІЯ

Романовський В.І. Методи та інформаційна технологія вибору ефективних режимів роботи систем з регульованим електроприводом. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – автоматизовані системи управління і прогресивні інформаційні технології. – Херсонський державний технічний університет, Україна, Херсон, 2005.

Розглянуто проблему комп'ютерного дослідження систем управління технічними об'єктами та розроблено метод їх дослідження. Розроблено інформаційну технологію автоматизованого комп'ютерного дослідження моделі технічного об'єкта і його системи управління. Пропонується для комп'ютерного дослідження скористатися однокроковим методом розв'язання системи диференціальних рівнянь, що задовольняють спеціальним умовам, разом з рішенням системи нелінійних рівнянь модифікованим методом Ньютона. Реалізовано інформаційну технологію комп'ютерного дослідження у вигляді програми для комп'ютера зі зручним для користувача поданням вихідних даних і одержуваних результатів. Запропонована інформаційна технологія практично застосовується для дослідження моделі багатоклітьового дротового прокатного стану і його системи управління. Розглядається система зв'язаних між собою клітей у вигляді системи нелінійних параметричних диференціальних рівнянь. Розроблено модель прокатного стану для динамічного режиму роботи, яка записана у вигляді системи диференціальних рівнянь у спрощеному вигляді. Розроблено модель системи управління дротовим прокатним станом, записану у вигляді структурної схеми, яка ґрунтується на класичних системах управління електроприводом, пов'язаних між собою.

Ключові слова: модель, автоматизована система управління, диференціальні рівняння стану, інформаційна технологія, метод комп'ютерного імітаційного моделювання.

АННОТАЦИЯ

Романовский В.И. Методы и информационная технология выбора эффективных режимов работы систем с регулируемым электроприводом. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – автоматизированные системы управления и прогрессивные информационные технологии. – Херсонский государственный технический университет, Украина, Херсон, 2005.

В работе рассматривается проблема компьютерного исследования систем управления техническими объектами и разработан метод их исследования. Основными этапами предлагаемого метода являются синтез модели технического объекта и его системы управления; выбор параметров модели; выбор численного метода, который обеспечивает требуемую точность моделирования. Разработана информационная технология автоматизированного компьютерного исследования модели технического объекта и его системы управления. Эта информационная технология заключается в приведении исходной модели технического объекта, записанной в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений состояния к виду, удобному для автоматизированного компьютерного исследования путем введения специальной замены переменных. Предлагается для компьютерного имитационного моделирования воспользоваться одношаговым методом решения системы дифференциальных уравнений, удовлетворяющим специальным условиям, совместно с решением системы нелинейных уравнений модифицированным методом Ньютона. Информационная технология компьютерного исследования реализована в виде программы для компьютера с удобным для пользователя представлением исходных данных и получаемых результатов. Предлагаемая компьютерная программа отличается от аналогичных известных программ компьютерного исследования удобством представления исходных данных, а также рядом особенностей, упрощающих анализ систем управления техническими объектами, малой зависимостью результатов исследования от выбора шага моделирования и более простой реализацией дифференцирующих и других типов звеньев. Практическая реализация предлагаемых методов исследования и информационной технологии реализована для многоклетьевого проволочного прокатного стана. Предлагается рассматривать систему связанных между собою клеток в виде системы нелинейных параметрических дифференциальных уравнений, параметрами которых являются критические углы прокатки для каждой из клеток стана. Система основывается на условиях выполнения энергосиловых параметров процесса прокатки. Разработана модель прокатного стана для динамического режима работы. Она основывается на модели статического режима работы и учитывает инерционность клеток прокатного стана и прокатываемой полосы. Эта модель записывается в виде системы дифференциальных уравнений в упрощенном виде. Разработана модель системы управления проволочным прокатным станом. Эта модель записана в виде структурной схемы, основывающейся на классических системах управления электроприводом, связанных между собою.

Ключевые слова: модель, автоматизированная система управления, дифференциальные уравнения состояния, информационная технология, метод компьютерного имитационного моделирования.

SUMMARY

Romanovskiy V.I. Methods and information technology of a choice of effective modes of operations of systems with the adjustable electric drive. - Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality 05.13.06 - automated control systems and progressive information technologies. The Kherson state technical university, Ukraine, Kherson, 2005.

In work the problem of computer research of control systems of technical objects is considered. The method of research of such objects is developed. The basic stages of an offered method is the synthesis of model of technical object and its control systems; a choice of parameters of model; a choice of a numerical method, which provides required accuracy of modeling. The information technology of the automated computer research of model of technical object and its control systems is developed. This information technology consists in reduction of initial model of the technical object, which has been written down as system of the nonlinear differential equations of a condition to a kind, convenient for the automated computer research by introduction of special replacement variable. It is offered for computer imitating modeling to take advantage of an one-step-by-step method of the decision of system of the differential equations satisfying special conditions, together with the decision of system of the nonlinear equations by the modified method of Newton. The information technology of computer research is realized as the program for the computer with representation, convenient for the user, of initial given and received results. The offered computer program differs from the similar known programs of computer research by convenience of representation of the initial data, and also number of features simplifying the analysis of control systems of technical objects, small dependence of results of research on a choice of a step of modeling both more simple realization of differentiating and other types of parts. The practical realization of offered methods of research and information technology is realized for the wire rolling mill. The model of the rolling mill for dynamic mode of operations is developed. It is based on model of static mode of operations and takes into account inertia of the rolling mill and rolling strip. This model enters the name as system of the differential equations in the simplified kind. The model of a control system of the wire rolling mill is developed. This model is written down as the block diagram based on classical control systems by the electric drive, connected between itself.

Key words: model automated control system, differential equations of a condition, information technology, method of computer imitating modeling.

Підп. до друку 03.06.05 р.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,1.

Наклад 150 прим.

Замовлення № 248.

Обл. – вид. арк. 0,8.

Вид-о СумДУ. Р.с. №34 від 11.04.2000р.

40007, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2.

Друкарня СумДУ. 40007, м. Суми, вул.. Римського-Корсакова, 2.